

## Спутники и кольца планет-гигантов

Данные о природе и химическом составе спутников планет-гигантов, полученные в последние годы с помощью космических аппаратов, стали ещё одним подтверждением справедливости современных представлений о происхождении тел Солнечной системы. В условиях, когда водород и гелий на периферии протопланетного облака почти полностью вошли в состав планет-гигантов, их спутники оказались похожими на Луну и планеты земной группы. Все эти спутники состоят из тех же веществ, что и планеты земной группы, — силикатов, оксидов и сульфидов металлов и т. д., а также водяного (или водно-аммиачного) льда. Относительное содержание каменистых и ледяных пород у отдельных спутников различно.

На поверхности многих спутников помимо многочисленных кратеров метеоритного происхождения обнаружены также тектонические разломы и трещины их коры или ледяного покрова (рис. 4.15). Самым удивительным оказалось открытие на ближайшем к Юпитеру спутнике Ио около десятка действующих вулканов. Высота выброса при крупнейшем из этих извержений составила около 300 км, а его источником была вулканическая кальдера размером 24 x 8 км. Продолжительность большинства извержений превысила четыре месяца. Таким образом, первое достоверное наблюдение вулканической деятельности за пределами нашей планеты позволяет считать Ио наиболее вулканически активным объектом среди всех тел планетного типа. На спутнике Урана — Миранде — видны уникальные структуры поверхности. Их возникновение связано, видимо, с мощными ударными процессами, которые могли привести к разрушению спутника. Многие спутники планет-гигантов имеют небольшие размеры и неправильную форму.



Рис. 4.15. Спутник Сатурна — Энцелад

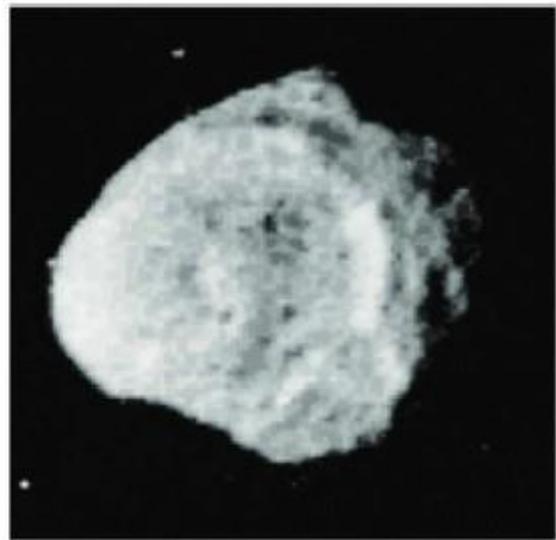


Рис. 4.16. Спутник Сатурна — Гиперион

Атмосфера, состоящая в основном из азота, обнаружена у Титана (диаметр около 5000 км) - самого большого среди спутников Сатурна — и Тритона, который имеет диаметр примерно 2700 км и является наиболее крупным спутником Нептуна. По плотности и давлению у поверхности атмосфера Титана превосходит земную. На Тритоне и крупнейшем среди спутников Юпитера — Ганимеде, диаметр которого превышает 5000 км, замечены ледяные полярные шапки.

Особенно интересные результаты были получены в ходе продолжавшихся несколько лет исследовании Титана автоматической станцией «Гюйгенс», совершившей посадку на его поверхность 14 января 2005 г. Многократные измерения во время спуска на парашюте, который продолжался 2,5 ч, показали, что атмосфера Титана содержит 98,4% азота ( $N_2$ ) и 1,6% метана ( $CH_4$ ). Другие газы, главным образом углеводороды — этан ( $C_2H_6$ ), пропан ( $C_3H_8$ ) и ацетилен ( $C_2H_2$ ), — присутствуют в незначительных количествах. Вблизи поверхности содержание метана возрастает до 5%.

На равнине, где опустился аппарат, оказалось множество округлых камней, похожих на крупную гальку. Поперечник наибольшего из них достигал 15 см. Выяснилось, что эти камни состоят из водяного льда, который при низкой температуре (на поверхности Титана — 180 °С) приобретает твёрдость камня. Жидкостью, насыщающей грунт, оказался метан. Хорошо известный на Земле природным газ из-за низком температуры перешёл в жидкое состояние.

Титан, с одной стороны, сильно отличается от всех ранее изученных планет и спутников, но, с другой стороны, в его природе можно заметить определённое сходство с природными процессами на нашей планете. В частности, это практически полное отсутствие метеоритных кратеров, столь характерных для большинства планетных тел. Эта же особенность присуща и Земле, где следы древних столкновений с метеоритами стёрты активными геологическими процессами, а также водной и атмосферной эрозией. Интересно также, что основной компонент атмосферы на Земле и Титане одинаков — азот. Такой атмосферы пока не обнаружено больше ни на одном другом объекте в Солнечной системе.

Титан оказался вторым после Земли небесным телом, на поверхности которого обнаружены крупные стабильные резервуары жидкости — озёра и моря. Внешне они напоминают водоёмы на земном шаре, хотя и заполнены жидким метаном. Чрезвычайно низкая температура полностью исключает возможность существования жидкой воды на поверхности Титана. Вместе с тем происходящий на спутнике Сатурна круговорот метана аналогичен круговороту воды на Земле. Из недр газообразный метан попадает в атмосферу при вулканических и тектонических процессах. Затем он частично превращается в другие углеводородные соединения под воздействием

солнечных лучей, а частично конденсируется в облака, из которых капельки жидкого метана выпадают мелким дождём на поверхность. Стекая в низкие регионы, метан образует озёра и моря. С поверхности этих резервуаров он вновь испаряется, поступая в атмосферу и участвуя в дальнейшем круговороте.

Исследования, проведённые с помощью космических аппаратов, показали, что, кроме множества спутников, все планеты-гиганты имеют ещё и кольца. С момента своего открытия в XVII в. кольца Сатурна долгое время считались уникальным образованием в Солнечной системе, хотя некоторые учёные высказывали предположения о наличии колец у Юпитера и других планет-гигантов. Уже в XIX в. в работах **Джеймса Максвелла** и **Аристарха Аполлоновича Белопольского** было доказано, что кольца не могут быть сплошными. «Исчезновения» колец Сатурна, которые случались примерно через 15 лет, когда Земля оказывалась в плоскости этих колец, можно было объяснить тем, что толщина колец мала. Постепенно стало очевидно, что кольца Сатурна представляют собой скопления небольших по размеру тел, крупных и мелких кусков, которые обращаются вокруг планеты по почти круговым орбитам. Все они так малы, что по отдельности не видны. Благодаря большому количеству частиц кольца кажутся сплошными, хотя сквозь кольца Сатурна, например, просвечивает и поверхность планеты, и звёзды. Даже эти наиболее заметные кольца при общей ширине порядка 60 тыс. км имеют толщину не более 1 км. Снимки, сделанные с КА «Вояджер», показывают их сложное строение.

Кольца всех остальных планет-гигантов, включая Юпитер (рис. 4.17), значительно уступают по размерам и яркости кольцам Сатурна. На снимках заметно, что в кольцах Нептуна вещество распределено неравномерно и образует отдельные сгущения — **арки** (рис. 4.18).



Рис. 4.17. Кольца Юпитера



Рис. 4.18. Кольца Нептуна с арками

Вероятнее всего, кольца планет-гигантов образовались из вещества существовавших прежде спутников, которые затем разрушились под действием приливных сил и при столкновениях между собой. Таким образом, мы наблюдаем определённый этап эволюционного процесса, который происходит в течение уже нескольких миллиардов лет.

## **ЗАДАНИЕ**

**1. Написать краткий конспект в рабочую тетрадь.**

**2. Вопросы (уметь отвечать устно)**

1. Чем объясняется наличие у Юпитера и Сатурна плотных и протяжённых атмосфер?
2. Почему атмосферы планет-гигантов отличаются по химическому составу от атмосфер планет земной группы?
3. Каковы особенности внутреннего строения планет-гигантов?
4. Какие формы рельефа характерны для поверхности большинства спутников планет?
5. Каковы по своему строению кольца планет-гигантов?
6. Какое уникальное явление обнаружено на спутнике Юпитера Ио?
7. Какие физические процессы лежат в основе образования облаков на различных планетах?
- 8\*. Почему планеты-гиганты по своей массе во много раз больше, чем планеты земной группы?

**3. Подготовьте доклад о спутнике одной из планет Солнечной системы.**